



25.11.2016

Erschienen in: 11/2016 **aerokurier**

Wie geschmiert Motoröl

Jeder Pilot weiß um die Bedeutung des Motoröls für den zuverlässigen Betrieb eines Flugmotors. Doch hat die dunkle Flüssigkeit weit mehr Aufgaben als nur die Schmierung.



Obacht beim Griff ins Ölregal, denn die Spezifikation muss stimmen. Foto und Copyright: Juhrig

Motoröl ist für die Schmierung des Motors zuständig.“ Dieser Satz ist keinesfalls falsch, beschreibt aber nur eine von vielen Aufgaben des Motoröls. So ist die Schmierung bei Flugmotoren amerikanischer Bauart nicht die einzige wichtige Funktion des Öls. Aufgrund ihrer relativ niedrigen Drehzahl sind die Anforderungen an die Schmierfähigkeit des Öls hier weit geringer als bei modernen Motoren in [Fahrzeugen](#). Ebenso wichtig ist die Kühlung des Motors. Vor allem die Kolben werden praktisch ausschließlich durch Motoröl gekühlt. Dazu wird es zur Wärmeabfuhr durch Düsen auf die Kolbenböden gespritzt. Die vielleicht wichtigste Funktion des Öls ist das Sauberhalten des Motors. Noch immer werden viele Flugmotoren mit bleihaltigem Kraftstoff betrieben, und es entweichen große Mengen der Verbrennungsgase in das Kurbelgehäuse. Die festen Bestandteile dieser sogenannten Blow-by-Gase – Bleirückstände und Ölkohle – dürfen sich nicht im Motor absetzen, da dadurch die Ölkanäle im Motor verstopfen. Diese Partikel hält das Öl in der Schwebe, bis sie der Ölfilter ausfiltert oder das Öl gewechselt wird. Insbesondere bei Motoren, die nur über Ölsiebe verfügen, ist das besonders wichtig, da die Partikel durch die relativ groben Maschen des Ölsiebes nicht ausgefiltert werden. So schreiben Lycoming und Continental einen Ölwechsel nach 25 Betriebsstunden vor, wenn der Motor nur über Ölsiebe (oil screens) verfügt und nicht über eine Ölfilterpatrone (spin-on oil filter). Ein guter Indikator für die Menge der im Öl gebundenen Partikel ist seine Farbe. Je dunkler es wird, desto mehr Partikel sind enthalten. Ölwechselintervalle von über 50 Stunden lassen sich praktisch nur bei Verwendung von bleifreiem Treibstoff erreichen. Bei Rotax beträgt das Intervall bei der Verwendung von bleifreiem Treibstoff 100 und überwiegend verbleitem Treibstoff 50 Stunden.

Aufgabe drei ist der Korrosionsschutz. Hier sind vor allem mineralische Einbereichsöle im Vorteil, da sie nach dem Abkühlen deutlich zähflüssiger sind als Mehrbereichsöle. So hält sich der Ölfilm länger auf den korrosionsgefährdeten Bauteilen des Motors. Ein gutes



Ein Blick unter die Cowling verrät schnell, ob irgendwo etwas undicht ist. Die vielen Ölspritzer auf dem Schlauch deuten auf ein Leck im Ölsystem hin, eine genaue Kontrolle ist angeraten. Foto und Copyright: Reinhold

Beispiel ist die Nockenwelle. Die Standzeiten von Luftfahrzeugen sind teilweise signifikant länger als die von Autos, und daher ist es wichtig, dass der schützende Ölfilm möglichst lange haftet. Einige Ölsorten sind mit speziellen Korrosionsschutz-Additiven versehen. Man sollte sich aber vorab informieren, ob sie für den entsprechenden Motor geeignet sind. So ist ein von Lycoming empfohlener Zusatz Gift für die Anlasser von Continental-Motoren, da die Kupplung durch das Additiv zu rutschen beginnt. Bei Motoren mit hydraulischem Verstellpropeller dient das Motoröl als Hydraulikflüssigkeit. Der Hydraulikaktuator in der Propellernabe ist durch die Kurbelwelle mit dem hydraulischen Propellerregler verbunden. Auch die sogenannten Wastegates von Turbomotoren werden durch das Öl betätigt.

Welches Öl ist das richtige?



Beim Öleinfüllen ist auf Sauberkeit zu achten, damit kein Schmutz in den Motor gerät. Foto und Copyright: Juhrig

Im Kfz-Bereich sind vollsynthetische Mehrbereichsöle Standard. Ihr Vorteil ist, dass sie auch bei niedrigen Temperaturen gut fließen, sodass auch beim Kaltstart die Ölversorgung schnell gewährleistet ist. Ein Einbereichsöl ist dagegen bei Kälte dickflüssig, und im Extremfall kann das dazu führen, dass Lager anfangs nicht ausreichend geschmiert werden. Daher sind Kaltstarts von Flugmotoren mit diesem Öl bei tiefen Temperaturen mit Bedacht durchzuführen. Auf keinen Fall darf zu viel Gas gegeben und der Motor hochgedreht werden, die Warmlaufphase erfolgt mit niedriger Drehzahl. Bei Temperaturen unter 5 °C sollten Motor und Öl vorgewärmt werden.

Trotz der Nachteile von Einbereichsölen kommen für viele amerikanische Motoren Mehrbereichsöle aufgrund ihrer Zusammensetzung nicht infrage. Zumeist bestehen sie aus einer Mischung von mineralischen und synthetischen Basisölen. Um ihre Viskosität über ein breites Temperaturspektrum zu halten, werden Viskositätsindexverbesserer eingesetzt. Allerdings altern letztere in Verbindung mit mineralischen Ölen schnell, wodurch ihre Wirkung nachlässt. Zwar funktionieren VI-Verbesserer in Verbindung mit

synthetischen Basisölen, jedoch sind synthetische Öle bei Verwendung von verbleitem Treibstoff problematisch, da sie die Bleirückstände nicht dauernd binden können. So bleibt oft nur die Verwendung von Einbereichsölen. Üblicherweise kommt im Sommer ein 100er Öl (SAE-Klassifikation 50) und im Winter ein 60er bis 80er Öl (SAE-Klassifikation von 30 bis 40) zum Einsatz. Die Viskositätsbezeichnungen bei Einbereichsölen entsprechen übrigens nicht den SAE-Klassifikationen von Mehrbereichsölen, was historisch begründet ist. In den Betriebshandbüchern amerikanischer Flugmotoren beginnt der Winter bei einer Außentemperatur von unter 40 °F, also bei unter 5 °C.

Wird ein Motor hauptsächlich mit bleifreiem Sprit betrieben, ist die Verwendung von Mehrbereichsölen – entsprechend der Herstellervorgaben – möglich. Bei Rotax-, Technify- und Austro-Engine-Motoren sind synthetische Mehrbereichsöle aufgrund von Bauart und Treibstoff die Regel. Allerdings gibt es beim Rotax eine Besonderheit: Da auch das Getriebe durch das Motoröl geschmiert wird, sind spezielle Additive erforderlich. Im Prinzip werden beim 912er ähnliche Öle verwendet wie bei Motorradmotoren mit nur einem Ölkreislauf für Motor und Getriebe. Es gibt inzwischen Ölsorten, die explizit für den 912er angeboten und von Rotax empfohlen werden.

Die für einen Flugmotor freigegebenen Ölsorten findet man im Betriebs-/Wartungshandbuch des Motors. Häufig gibt es zudem Service-Bulletins der Hersteller. Hier kann man aber leicht den Überblick verlieren. So findet sich zum Beispiel im sehr ausführlichen Wartungshandbuch für Continentals kein Hinweis darauf, dass die Verwendung von teilsynthetischen Mehrbereichsölen beim Betrieb mit verbleitem Treibstoff nicht zu empfehlen ist, obwohl dies allgemein bekannt ist.

Für die Einlaufphase von US-Motoren empfehlen die Hersteller üblicherweise sogenannte unlegierte Öle – im Englischen „straight mineral oil“. Im Gegensatz zum üblichen legierten Öl oder „ashless dispersant oil“ bindet dieses keine Fremdstoffe im Öl, und die Schmierfähigkeit ist geringer, wodurch das Einlaufen zum Beispiel der Kolbenringe beschleunigt wird. In Expertenkreisen wird die Notwendigkeit der Verwendung von unlegierten Ölen in der Einlaufphase jedoch angezweifelt. Allerdings ist wegen der relativ kurzzeitigen Verwendung von unlegiertem Öl auch kein Schaden zu befürchten.

Ölwechsel – aber wann?

Bei US-Aggregaten sind Öl und die Filterpatrone alle 50 Stunden oder nach vier Monaten (Lycoming) oder sechs Monaten (Continental) zu wechseln. Ist keine Ölfilterpatrone installiert, sondern nur ein Ölsieb, dann ist der Ölwechsel nach 25 Stunden oder vier

CURRENT SAMPLE		OIL ANALYSIS RESULTS IN PARTS PER MILLION																																																																								
Sample Date:	11/20/16	Iron	Copper	Nickel	Chromium	Manganese	Lead	Zinc	Sulfur	Water	Silicon	Aluminum	Calcium	Magnesium	Potassium																																																											
Analysis Date:	01/20/17	25.0	1.5	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1																																																											
Sample Number:	P10	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="14">FILTER ANALYSIS RESULTS</th> </tr> <tr> <th>Material</th> <th>Iron</th> <th>Copper</th> <th>Nickel</th> <th>Chromium</th> <th>Manganese</th> <th>Lead</th> <th>Zinc</th> <th>Sulfur</th> <th>Water</th> <th>Silicon</th> <th>Aluminum</th> <th>Calcium</th> <th>Magnesium</th> <th>Potassium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material:</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> </tr> <tr> <td>Type:</td> <td colspan="14">Normal</td> </tr> </tbody> </table>														FILTER ANALYSIS RESULTS														Material	Iron	Copper	Nickel	Chromium	Manganese	Lead	Zinc	Sulfur	Water	Silicon	Aluminum	Calcium	Magnesium	Potassium	Material:	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Type:	Normal													
FILTER ANALYSIS RESULTS																																																																										
Material	Iron	Copper	Nickel	Chromium	Manganese	Lead	Zinc	Sulfur	Water	Silicon	Aluminum	Calcium	Magnesium	Potassium																																																												
Material:	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel																																																												
Type:	Normal																																																																									
Cylinder Type:	one	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Iron</th> <th>Copper</th> <th>Nickel</th> <th>Chromium</th> <th>Manganese</th> <th>Lead</th> <th>Zinc</th> <th>Sulfur</th> <th>Water</th> <th>Silicon</th> <th>Aluminum</th> <th>Calcium</th> <th>Magnesium</th> <th>Potassium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material:</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> <td>Steel</td> </tr> <tr> <td>Type:</td> <td colspan="14">Normal</td> </tr> </tbody> </table>														Material	Iron	Copper	Nickel	Chromium	Manganese	Lead	Zinc	Sulfur	Water	Silicon	Aluminum	Calcium	Magnesium	Potassium	Material:	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Type:	Normal																											
Material	Iron	Copper	Nickel	Chromium	Manganese	Lead	Zinc	Sulfur	Water	Silicon	Aluminum	Calcium	Magnesium	Potassium																																																												
Material:	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel																																																												
Type:	Normal																																																																									

Analysen von Ölproben lassen Rückschlüsse auf Verschleiß und Schäden zu. Grafik und Copyright: Juhrig

Je neuer das Motoröl ist, umso besser schützt es den Motor vor Korrosion. Daher ist es ratsam, vor einer längeren Betriebspause das Öl zu wechseln, auch wenn das nach dem Wartungsplan noch nicht ansteht. Einen Öl- und Filterwechsel freigeben darf laut EASA Part-M auch der Flugzeughalter, so fallen meist nur die Materialkosten an. Im Vergleich zu einem Schaden durch Korrosion ist dies sicher eine vernachlässigbare Ausgabe. Ebenso ist es empfehlenswert, bei jedem Ölwechsel eine Ölprobe zu entnehmen und analysieren zu lassen. In den USA gibt es zahlreiche Labors, die eine Ölanalyse für etwa 20 Dollar anbieten. Der Versand einer Probe als Großbrief ist unkompliziert und kostet nur ein paar Euro. Vom Labor bekommt man dann wenig später die Ergebnisse als PDF-Datei zugesandt. Üblicherweise wird das Öl auf Eisen, Kupfer, Nickel, Chrom, Aluminium, Blei, Silizium und Zinn untersucht. Die jeweiligen Konzentrationen werden in PPM (parts per million) angegeben. Die jeweilige Menge wird mit dem Durchschnitt des Motortyps entsprechend der Datenbank des Labors bewertet. Daher ist es wichtig, die Analysen immer beim selben Labor durchführen zu lassen, um sich abzeichnende Bauteilschäden vor dem Versagen erkennen zu können. So deutet zum Beispiel ein Anstieg der Nickelkonzentration auf ein bevorstehendes Problem an einem Auslassventil hin. Viele Labore bieten auch die Untersuchung der Ölfilterpatronen an.



Ölwechsel an einem Rotax 912. Gut zu erkennen ist der große Ölbehälter der Trockensumpfschmierung, der eine Ölwanne überflüssig macht. Foto und Copyright: Reinhold

Zwischen den Wechseln gilt es auf den Ölstand zu achten. Bei US-Motoren sollte die Menge zwei Drittel des Maximalwerts nicht überschreiten. Alles was deutlich darüber hinaus geht, spuckt der Motor schnell über die Kurbelgehäuseentlüftung wieder aus. Laut Zertifizierungsvorschrift muss der Motor mit 50 Prozent der maximalen Ölmenge noch in allen Fluglagen zuverlässig laufen. Übrigens: Das Prüfen der Ölmenge nach einem Flug ist nicht sinnvoll, da das Öl noch im Motor verteilt ist und erst nach einiger Zeit in die Ölwanne zurückfließt. Zum Messen des Ölstandes bei Rotaxmotoren mit Trockensumpfschmierung muss erst das restliche Öl aus dem Motor in den Ölbehälter gepumpt werden. Dies erfolgt durch langsames Durchdrehen des Motors in Laufrichtung und keinesfalls entgegengesetzt, da dies Luft in die Ölpumpe fördern würde. Beim nächsten Motorstart bestünde die Gefahr von Schäden aufgrund fehlender Schmierung. Durch das langsame Durchdrehen strömt komprimierte Luft an den Kolben vorbei ins Kurbelgehäuse und drückt das Öl in den Sammelbehälter. Sobald es in diesem gurgelt, ist der Vorgang abgeschlossen und der Ölstand kann gemessen werden. Natürlich sollte auch ein Rotax nicht mit zu viel Öl befüllt werden. Jedoch ist es unbedenklich, wenn der Peilstab den Maximalpegel anzeigt.

aerokurier Ausgabe 11/2016

Mark Juhrig



Starke Leistung!

Mit dem Gesundheitskonto der AOK Hessen erhalten Sie Extra-Leistungen für 400 Euro. Mehr entdecken